

عبقريه مهندس عربي مسلم من القرن الخامس الهجري في علوم المياه الجوفيه

• م د محمد فيصل الرفاعي •

ماذا عرف السلف من المهندسين العرب المسلمين عن المياه الجوفية؟
أجاب عن هذا السؤال الرياضي والمهندس اللاحق أبو بكر محمد بن الحسن
الحاسب الكرجي من علماء القرن الخامس الهجري في كتابه (إنباط المياه الخفية) الذي
شرح فيه كيفية الكشف عن المياه الجوفية وطريقة قصها ووسيلة استخراجها ونقلها
إلى السطح لتعويض نقص هطول الأمطار وقلة مياه الأنهار في هذا الجزء من العالم.
لم يتجه الكرجي نحو هدفه على غير هدى فقد رأى بأنه من الضروري معرفة القوانين
الطبيعية التي سنّها الله عز وجل لهذه المياه، وهذه المعرفة لا غنى عنها لمن يحفر قناة.
ويساهم في إغناء تلك المعرفة التي تسمح بالنفوذ (أفقياً) إلى (باطن الأرض) واختبار
القوانين ذاتها في الموقع.

هذا الكتاب هو موسوعة هندسية عملية في المياه الجوفية قل أن تجد مثلها إذ تعتمد
على تجارب عملية وأسس نظرية ومحاكمة رياضية منطقية تبهير بروعتها مهندس اليوم
حين يرى التقدم الذي وصل إليه علم المياه الجوفية في القرن الخامس الهجري لدى
العرب المسلمين.

يقول الكرجي عن علم المياه الجوفية :

(وبعد فلست أعرف صناعة أعظم فائدة وأكثر منفعة من إنباط المياه الخفية التي
بها عمارة الأرض وحياة أهلها والقائدة العظيمة).
من هو الكرجي ؟ وفي أي محيط مارس عمله ؟ وما هو الإبداع الهندسي الذي
أنجزه ؟. ذلك ما تسعى هذه الدراسة إلى بيانه.

هو أبو بكر محمد بن الحسن الحاسب الكرجي. عُرف الكرجي بين علماء التراث في عصرنا لمدة طويلة على أنه الكرجي نسبة إلى الكرخ إلا أن (G.L. della Vida)^(١) اعتمد هذا النسب غير صحيح معتمداً على الفروق في حرفي الجيم والحاء ضمن نسخ الخطوط التي توفرت له ورجع بنتيجة هذا نسبة الكرجي.

ورجح سامي شلهوب^(٢) بعد استعراض نسخ مخطوطة (الكافي في الحساب) وباقى نسخ الكتب الأخرى أن يكون اسم هذا العالم الرياضي والمهندس الكرجي وليس الكرخي.

ونعود النسبة إلى الكرج وهي بلدة من بلاد الجبل بين أصفهان وهمدان بنيت في زمن الخليفة المهدي (١٥٨هـ/٧٧٥م — ١٦٩هـ/٧٨٥م) ثالث الخلفاء العباسيين. وليست النسبة إلى الكرج وهي ناحية من ثغور أفريجان من الروم نسب إليها جماعة من الموالي سمعوا الحديث^(٣). ذكر ابن الأثير^(٤) الكرجي عند حديثه عن الوزير البويهي فخر الملك ولم يذكره ابن القفطي^(٥) على الرغم من أنه ذكر علماء عاصروا الكرجي أمثال البيروني (المتوفي ٤٤٠هـ/١٠٤٨م) والسجزي (المتوفي ٤١٥هـ/١٠٢٤م) والحجيني (المتوفي ٣٩٠هـ/١٠٠٠م).

وأغلب الآراء تميل إلى أن الكرجي توفي عام ٤١٩هـ/١٠٢٩م كما أورد D. E. Smith^(٦). عاش الكرجي في العراق وإيران في عصر ضعف الدولة العباسية (٢٤٧هـ/٨٦١م — ٦٥٦هـ/١٢٥٨م) الذي قال عنه شاذلي مصطفى^(٧) : (ورغم استمرار الخلافة العباسية أكثر من خمسة قرون، لكن بني العباس لم يحكموا بالفعل ولم تكن لهم الدولة سوى قرن وبعض القرن وبمصرع التوكل سنة ٢٤٧هـ انتهت دولتهم وبقيت لهم الخلافة التي أضحت تدريجياً مجرد لقب ذهني يمنح المناطق الإسلامية وحدة الكيان والمظهر وليس له من السلطة السياسية شيء).

نرح أبو شجاع بويه وهو رئيس قبيلة مقاتلة في جبال الديلم عن سواحل بحر الخزر يطلب الجاه والمجد، فحقق مأربه بأن تم تعيين ولده علياً والياً على الكرج جنوب همدان، فتعاون عليّ مع إخوته حسن وأحمد في الاستيلاء على أصفهان وشيراز عام ٣٢٢هـ/٩٣٣م وأعلنوا استقلالهم جهراً في وجه الدولة العباسية، بل بلغ الأمر بقوتهم أن سار أحمد بجيشه إلى بغداد فعزل المستكفي ونصب بدلاً منه الخليفة الفضل المطيع لله (٣٣٤هـ/٩٤٦م — ٣٦٣هـ/٩٧٤م) فعظمت سلطة البويهيين وسيطرتهم. وبلغ البويهيون ذروة قوتهم في عهد عضد الدولة أبي شجاع (٣٦٧هـ/٩٧٨م —

علي بن خلف وهو وزير بهاء الدولة وبقي وزيراً لولده سلطان الدولة بعده والذي ملك العراق وجزعاً من إيران.

وقد أشار الكرجي إلى الأول في مقدمة كتابه إنباط المياه الخفية فقال :

(رجعت إلى أرض الجبل — ... إلى أن أغاث الله بلادها والعباد فيها بحمال مولانا الرئيس الأجل المنصور ولي النعم أبي غانم معروف بن محمد فنشطت لمعاودة العادة وبدأت بتصنيف هذا الكتاب خدمة له وتقرباً إليه (في إنباط المياه الخفية) وأشار إلي الوزير الثاني ابن خلكان^(٩) فقال (وكان فخر الملك المذكور من أعظم وزراء آل بويه على الإطلاق بعد ابن العميد والصاحب ابن عباد وكان أصله من واسط ولأجله صنف أبو بكر محمد الحسن الحاسب الكرجي كتاب الفخري في الجبر وكتاب الكافي في الحساب) وذكره الكرجي في مقدمة كتابه الكافي في الحساب فقال (الرغبة إلى الله تعالى في إطالة بقاء مولانا السيد الأجل المؤيد المنصور فخر الملك الكامل، ذي الجلائين وزير الوزراء أبي غالب مول أمير المؤمنين وحراسه).

٢ - آثاره وأهمية كتاب (إنباط المياه الخفية) :

كتب الكرجي باللغة العربية أثناء إقامته في بغداد وفي بلاد الجبل كتباً في الرياضيات

٣٧٢هـ/٩٨٣م) وهو من أحفاد حسن أحد مؤسسي الدولة البويهية فقد حكم عضد الدولة جزءاً من العراق وجنوبي إيران، وبعد وفاته تنازع أولاده الثلاثة شرف الدولة ومهم الدولة وبهاء الدولة. وانتهى الأمر بانتصار بهاء الدولة أبي النصر فروز (٣٨٠هـ/٩٩٠م — ٤٠٣/١٠١٢م) فحكم العراق والأهواز وكرمان، وفي الوقت نفسه تقريباً (٣٨٧هـ/٩٩٧م — ٤٠٣هـ/١٠١٢م) حكم الري وحمذان وأصفهان مجد الدولة أبو طالب رسم الذي نبأ الحكم وعمره أربع سنوات بوصاية أمه وبقي حتى وفاتها فأبعد عن الحكم، وانقرضت دولة بني بويه في تلك المنطقة بعد أن ملك قابوس بن وشكمير عام ٣٨٨هـ/٩٩٨م جرجان وطبرستان وسقطت حمذان وأصفهان في يد محمود بن سبكتكين عام (٤٢٠هـ/١٠٢٩م). وقد زالت دولة بني بويه نتيجة المنازعات والحروب الداخلية وبعد أن دخل السلطان السلجوقي طغرل بك عام (٤٤٧هـ/١٠٥٥م) بغداد^(٨) وفي هذا العهد المضطرب لمع عالمنا ومهندسنا البارع الكرجي في عهد بهاء الدولة وعهد قابوس وولده منو جهر ويبدو أن وزيرين في ذلك العهد قد شجعا الكرجي وقدموا الدعم اللازم لأعماله العلمية الأول هو أبو غانم معروف بن محمد وهو وزير منو جهر بن قابوس في بلاد الجبل من إيران، والثاني فخر الملك أبو غالب الصيرفي محمد بن

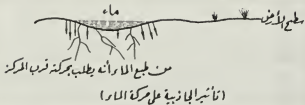
والجبر والعلوم الهندسية. حُقِّقَ قسم من هذه الكتب وفُقدَ عدد منها وترجم بعضها ولا يزال قسم منها دون تحقيق.

نذكر من هذه الكتب : كتاباً في حساب الهند - كتاباً في الاستقراء بالتخت (مفقود) - نواذر الأشكال - الدرر والوصايا - الفخري - البديع - علل حساب الجبر والمقابلة - إنباط المياه الخفية - عقود الأبنية - المدخل إلى علم النجوم - كتاب مجهول يذكر الجدول لأمثال مفكوك ثنائي الحد (أ + ب) - اضبط في الحساب الأجذار (نصف الأجذار) تنصيف الجذور - رسالة الخطأين - الكافي في الحساب وقد ورد ذكر الكرنجي أو الكرخي عند كل من الزركلي وعمر رضا كحالة وقدري طوقان وحاجي خليفة وسوتر وبروكلمان وفؤاد سزكين^(١٠) من التراثين المعاصرين.

حُقِّقَ كتاب (إنباط المياه الخفية) في حيدر

آباد الدكن عن نسختين إحداهما محفوظة في المكتبة الأصفية ونسخت بتاريخ ١٠٣٣هـ، والأخرى موجودة في خزانة هاني فور، وهي مكتوبة سنة ٦٣١هـ وتم التقابل بينهما من قبل السيد هاشم الندوي وطبع الكتاب عام ١٣٥٩هـ/١٩٤٠م وهو يحتوي على بعض الأخطاء النحوية وعدم استواء التراكيب، إلا أنه يعطي صورة واضحة عن المعاني العلمية التي أراد الكرجي إبرازها، إذا أمعن القارئ النظر وعارض النصوص بالمنطق والمفاهيم العلمية المعروفة اليوم. وذكر الكتاب السنجاري في (الإرشاد) والفلقشندي في (صبح الأعشى) وطاش كبرى زادة في (مفتاح السعادة) وحاجي خليفة في (كشف الظنون).

ترجم الكتاب إلى اللغة الألمانية من قبل (Wiedmann) في كتاب Beitrage zur Geschichte der Naturwissenschaften V 1905 Bd 37 XIV 1908 Bd 40



قبول العمل وانكب على قراءة الكتاب المحقق وترجمته، وقد أُنجز ذلك أواخر عام ١٩٨٦. ثم نشر خلاصة عنه باللغة الفرنسية في الندوة التي عقدت خلال المدة ٢٧ حزيران (يونيو) - تموز (يوليو) عام ١٩٨٧ في المركز الثقافي الفرنسي بدمشق، وكان عنوان بحثه (المياه الجوفية وفق كتاب عربي من القرن الحادي عشر). وكما علمت منه فإن الترجمة الآن جاهزة وهي قيد التدقيق النهائي وسيتم نشرها قريباً، وأنا أرى أن هذه الترجمة ستكون أدق كتابة باللغة الفرنسية لإنباط المياه الخفية نظراً لما لمسته من تقاني هذا المهندس وتحرره للمعاني العربية وللمفاهيم العلمية.

٣ - المبادئ النظرية :

يرى الكرجي أن هناك قانوناً كونياً يتحكم في علاقة الماء والأرض، هذا القانون يسميه قانون (طلب المركز)، ويمكن أن نسميه بتعبير اليوم قانون الجاذبية بقول في صفة الأرض.

(وإن الله تبارك وتعالى خلق العالم مصمتاً لا خللاء فيه وجعل لكل شيء من الأفلاك والكواكب والنار والهواء والماء والأرض مكاناً خاصاً له يطلبه بحركته إذا انفصل منه، فالأجسام الكثيفة مثل الأرض والماء يطلب المركز المذكور، يسبق إليه الأثقل ولا حاجة بنا في غرضنا إلى الكلام فيما بعد الماء ووجب من هذا أن تكون الأرض في المركز والماء محيطاً بها).

ترجم إلى الإنكليزية جزئياً في موقعين : الأول من قبل (Fr. Bruin) في كتاب :^(١١) *Surveying and Surveying Instruments Chapters 26, 27, 28, 29 and 30 of the book Finding Hidden Water, by Abu Bakr Mubammak ak-Karaji, English Edition, Beirut 1970.*

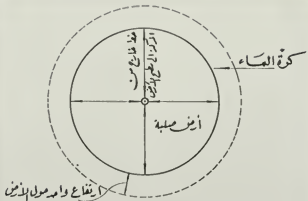
والثاني من قبل (K. Krenkow) في كتاب :

The Construction of the Subterranean Water Supplies during the Abbaside Caliphate 1954, Transactions of the Glasgow University Oriental Society XIII pp 23-32

وترجم إلى اللغة الفرنسية من قبل (Aly Mazaberi) في كتاب :

La Civilisation des eaux cachees, Nice 1973.

وقدّم إلى معهد التراث العلمي العربي بجامعة حلب مهندس فرنسي شاب اسمه (Patrick Landry) يتقن اللغة العربية وطلب مني أن أعهد إليه بترجمة كتاب علمي عربي تراثي إلى اللغة الفرنسية خلال عام ١٩٨٦ لكي يتقدم به كرسالة ماجستير إلى جامعة باريس فقدّمت له قائمة بعدة كتب ووضعت على رأسها كتاب (إنباط المياه الخفية) ونصحت باختياره، وبعد المناقشة واستعراض الإمكانيات، وافق على



فرضية عدم إمكانية املاطة الماء بارتفاع وامتداد
بالكرة الأرضية بسبب عدم كون الأرض صلبة
وعدم كونها ضيقة التدوير

يجوز غير ذلك بوجه من الوجوه) ويستنتج
الكرجي بذلك أن الماء (يطلب المركز) فينتجه
من الموقع الأعلى إلى الموقع الأخفض، أي أنه
لا يمكن للماء أن يصعد، كما يؤكد على ذلك
في ص ٢٢ فيقول :

(ومن طبع الماء أنه يطلب بحركته قرب
المركز وليس في طبعه الصعود). ثم يشرح تأثير
الجاذبية على حركة الماء الجوي في الينابيع
والعيون فيقول : (ولا يجوز البتة أن يغور ماء
أو يصعد في عين أو بئر أو بركة إلا إذا كانت

ويقول عن تأثير الجاذبية على حركة الماء في
الجباري المائلة :

(حتى صارت الخطوط الخارجة من مركز
العالم إلى سطح الأرض ليست متساوية وجرى
الماء من المواضع البعيدة منه إلى المواضع القريبة
إليه وتكشف الأمكنة البعيدة من المركز).

ثم يقول في موضع آخر :
(وليس على وجه الأرض ماء جار أو فالتر
ولا ي بطئها إلا ومادته من مكان هو أبعد من
المركز من موضع ظهوره وجرهاته وفوراته لا

أن رفع الماء (إنباطه) إلى سطح الأرض (إذا كان غائراً) أي عميقاً لا يمكن إلا بالدواليب والغرافات.

هنا يجب التمييز بين هاتين الآتين الرافعتين فالدولاب هو آلة مائية رافعة تستعمل قوة الماء الجاري كمصدر للطاقة وتركب عليها الدلاء على محيطها مباشرة بحيث إذا دار الدولاب تنتيجة دفع الماء لفراشات ركبت على محيط الدولاب تقوم الدلاء باغتراف الماء فإذا أتم الدولاب دورته أفرغت هذه الدلاء حولتها من الماء عند المنسوب الذي يطلب رفع الماء إليه. وهناك حالات قد تكون القوة المحركة فيها الحيوان ومع ذلك تبقى التسمية الدولاب.

أما الغراف فهو بشكل عام يستعمل قوته المحركة من حركة الحيوان الذي يدور ذراعاً متصلاً بمسنن أفقي يدور الغراف الذي ركبت على محيطه سلسلة معدنية أو جلدية فيها دلاء تغترف من الماء فإذا أكمل الدولاب دورته دارت السلسلة وأدت إلى أن تفرغ الدلاء حولتها.

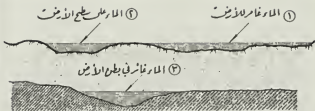
٤ - الماء الجوي وتركيب طبقات الأرض :

يقول الكرجي عن حركة الماء في الأرض ص ٣ :
(فلو كانت الأرض صحيحة التدوير

مادته من مكان أرفع من موضع صعوده وفوراته).

ويصف تأثير موقع الماء واختلاف ارتفاعه بالنسبة للأرض فيقول في ص ٤ واصفاً قانوناً أساسياً في توازن السوائل : (لا يخلو حال الماء من ثلاثة أوجه، إما أن يكون الماء غائراً لها فتكون بحراً واحداً، وإما أن يكون مع سطحها فيكون وجهها برأ واحداً وإما أن يكون غائراً فيها متحيراً في بطنها فيكون سطح الأرض موازياً لسطح الماء، ولا يكون له جربة في الوجوه الثلاثة وينتهي إليه في قعر واحد إذا كان غائراً ولا يمكن إنباطه بنة إلا بالدواليب والغرافات).

من ذلك يتبين أن الكرجي قد أشار إشارات واضحة إلى وجود قوة الجاذبية التي تؤثر في الماء الموجود على الأرض أو ضمنها فتؤدي إلى حركته وذلك إما بالتأثير المباشر وهو تسرب الماء بفعل قوة الجاذبية وإما بالجرى على سطح الأرض بتأثير الميل. كذلك يبين تأثير الضغوط وهو ارتفاع عمود الماء على فوران الماء وهو ما نسميه اليوم بالبر الأرتوازي إذ يصل الكرجي إلى أن الماء لا يصعد إلا إذا كانت (مادة الماء من مكان أبعد من المركز من موضع ظهوره) أي بتعبير الهندسة المائية اليوم لا يصعد الماء في بئر إلا إذا كانت الطبقة المائية المغذية متصلة بضغوط مائي أي بكتلة مائية (مادة الماء) أعلى منسوباً (من مكان أبعد من المركز) ثم يشير إلى



مال الماء بالنسبة للأرض في ثلاثة أوجه

يجري فكل ذلك في مكان، وقل في مكان،
فلذلك يوجد في موضع في قعر قريب وفي
آخر في قعر بعيد وبعض الأماكن يكون نراً
لا ينقطع مادة).

وقال في ص ٧ :

(خلق الله تعالى الأرض ذات عيون
جارية من غير حفر ولا علاج. خلق فيها
مغايض تحت الثلوج المتراكمة في شعاب
الجبال وفي أرضين مطمئنة مسترخية أو
رملية يفيض منها الماء فيؤدي إلى العروق
المذكورة أو إلى الماء الساكن الدائم في بطن
الأرض فيصير مادة له تنفق المنشأة عليه.
ومن المياه ما يفيض في الأرض إلى أن
يصل إلى تربة صلبة متعة من الفيض فيقف
هناك فإذا أنشأ فوق ذلك مانع يجري
الماء فيه على قدر قوته).

وقال في ص ١٠ :

صلية لا يتخللها الماء وتكون الخطوط
الخارجة من المركز إلى سطحها متساوية
كلها لأحاط الماء بها إحاطة بياض البيض
بصفرتها قليلاً كان أم كثيراً وكان سطح
كرة الماء موازياً لسطح كرة الأرض ولم
يكن للماء جربة بقية وكانت الأرض بحراً
واحداً وكان ارتفاع الماء في كل
موضع قدراً واحداً).

وقال في مكان آخر ص ٥ :

(لأن الله تعالى خلق في بطن الأرض
مجارى ضيقة وواسعة، وخلق فيها حواجز
ومواقع من الحجر والكذان والطين الصلب
منها قائمة ومنها مسطحة على وجهها، وفي
بطنها ومنها مائلة عن موازاة سطحها وهي
كالعصب والشرابين في بدن الحيوان. وخلق
تربتها شديدة الاختلاف كل ذلك لتلا بغير
الماء الأرض فيجد شكله الكرى ويتحير ولا

مسترخية أو رملية يفيض فيها الماء) وهناك (مغايض) يتسرب منها الماء. والحواجر (الموانع) (تربتها شديدة الاختلاف) فيها (الحجر والكذبان والطين الصلب) و (تربة صلبة منعة من الغيض) أي بعبارات اليوم الطبقات الصخرية والمكتلات والغضار القاسي والتربة الكثيمة.

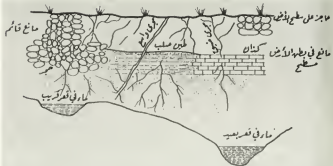
وهو يميز بين أنواع وجود الماء الجوفي فهناك (الماء الساكن الدائم في بطن الأرض) و (من المياه ما يفيض في الأرض إلى أن يصل إلى تربة صلبة) وهناك ما (يوجد في قعر قريب) (وفي آخر في قعر بعيد).

ويخلص الكرجي بعد هذا التحليل قائلاً :

(ومعظم الماء الساكن يكون تحت الصحاري المظمتة والفلوات البعيدة الأرجاء يتوصل إليه بقفر له قدر وقد يمدد مياه الثلوج التي تبقى على جبال قد ذهبت طولاً وعرضاً).

إذن يرى الكرجي أن وجود العروق في الأرض يساعد الماء على (طلب المركز) وهو الذي يسبب جريان الماء ضمن الأرض، وإلا لو لم تكن هذه العروق موجودة لبقي الماء محيطاً بالأرض (إحاطة بياض البيض بصفرتها) وكان (ارتفاع الماء في كل موضع قدراً واحداً).

ويميز الكرجي بين طبيعة المناطق فهناك (حواجر وموانع) وهناك (أرضين مظمتة

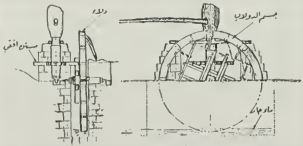


تركيب باطن الأرض ووضع الماء الجوفي فيها

(واعلم أن الماء لا يتمكن من أن يغمر الأرض لما في بطنها من الحواجز الكثيرة القائمة والمسطحة والمائلة، لذلك صار وجه الأرض إما عيوناً قوية أو ضعيفة لا تنقطع وإما باقياً مع الدهر وإما يابساً لا يوجد فيه الماء إلا في قعر عميق وإما مغيضاً لا يروى قط من الماء إلا وقت الطوفان ومن الدليل

فيقول عن الأول :

(ماء أصلي ساكن في جوفها لا يزيد بزيادة الأمطار ولا ينقص بنقصانها ولا يتغير حاله إلا شيء قليل قد غمر أكثر جرم الأرض بحسب وجود الخلل والمنافذ فيها لا يتغير بشدة الفيض وأزمات الدهر). وهذا ما نعرفه بالماء الأحفوري الذي



دولاب مائي

تجمع خلال السنين وهو النوع الذي ينضب بالسحب لأنه غير متصل بمصدر متجدد.

ما ذكرنا ظهور عين في فلاة نائية الأرجاء وما حولها يكون يابساً لا يوجد فيه الماء إلا في قعر بعيد)

٥ - مصادر الماء الجوي :

ويقول عن الثاني :
(وما تكون مادته استحالة الهواء إلى الماء في بطن الأرض دائماً وهذا أيضاً يدوم جريه ما بقي السبب الذي به يستحيل الهواء إلى الماء) وهو ما نعرفه اليوم

يرى الكرجي أن مصادر الماء الجوي ثلاثة: الأول هو ما سماه الماء الأصلي والثاني تحول الهواء الرطب إلى الماء في جوف الأرض والمصدر الثالث هو من المطول ومن ذوبان الثلوج والجليد.



غراف مافي

أنشئت القناة في هذا الماء جرى بقدر مادته
ثم انقطع وقت انقطاعها).

٦ - التحري والاستكشاف :

إن وجود الماء أمر طبيعي في الأرض
نتيجة ما ذكره الكرجي من وجود العروق
وما يجري فيها ضمن الأرض أي إننا نقف
دوماً على طبقة من الماء إلا أن بعدها وقربها
من السطح هو الذي يحدد الجفاف أو وفرة
الماء.

يقول الكرجي :

(وإذا قلنا إن هذه الأرض يابسة أو قليلة
الماء فإن المراد أن ماءها يوجد في قعر بعيد
لأن كل بئر تحفرها في الأرض دائماً فإنها
تصل إلى الماء لا محالة ما لم يمنع حفرها
الموانع).

بالتكاليف الداخلي الناتج عن انخفاض
درجات الحرارة وهو يغذي الماء الأصل
أيضاً بشكل جزئي.

وعن الثالث يقول الكرجي :

(والثالث الماء الذي مادته من التلوج
والأمطار وأكثر عمارة الأرض به، لأن
مادة الأودية العظام والعيون والقني في
بطن الأرض لا يتغير طعمه كما يتغير طعم
مياه البحار والعيون الواقعة والمستقعات
على وجه الأرض).

ويميز من هذا الماء نوعاً آخر فيقول :
(ومن المياه ماء التواب وهو الماء الذي
يكون من الأمطار يفيض في خلاء الأرض
حتى يبلغ إلى حاجز مسطح ويقف فإذا

ثم يذكر عدة نباتات دالة على وجود الماء فيقول :

(وغضاضة النبات على وجه الأرض إذا لم يكن مما يزرع على الماء وكل ما ذكرته من النبات إذا وجدته نابتاً من غير زرع كان ذلك دالاً على الماء).

٧ - نظرات في عمل الكَرَجِي :

يضم كتاب (إنباط المياه الخفية) إضافة إلى ما أوردناه معلومات عن الخواص الفيزيائية للمياه الجوفية وعن فصول السنة وعلاقتها بوجود الماء، واختبارات فيزيائية لاستكشاف الماء العادي والارتوازي، وطرق زيادة ورود المياه إلى الآبار، ثم ذكر حرم الأقبية والآبار على مقتضى الدين لئلا يؤدي حفرها بشكل متداخل إلى نقص تدفقها، ثم يتطرق إلى طرق حفر الآبار والمواصفات التي يجب تطبيقها للحصول على جودة الحفر وكيفية تطبيق هذه الشروط على العمال والمواد التي يجب استعمالها والأدوات والأجهزة (مع الرسوم) التي تسعمل لتحديد الاستقمامات والميول والارتفاعات والشافولية والمناسيب.

ويتلوها الجبال الخضراء في كثرة الماء ثم الصفر ثم الأحمر).

ويقول في موضع آخر :
(والجبال دليل الماء وكذلك الحجر يختلف الكثير المتبدد في وجهها دليل الماء والحجر المتفرق فيها دليل الماء، وإذا كان فيها صخور قائمة كأنها ناتئة فلانها دليل الماء).

كذلك يصف المنخفضات فيقول :
(كل منخفض من الأرض ذي طين أسود فهو ذو ماء وأكثر ذلك يوجد في هوات أو مغارات إذا كان قرارها مسترخي التربة).

ثم يصف الأراضي القليلة الماء فيقول :
(إن الجبال البيض لا ماء فيها وكذلك الجبال المنفردة فهي يابسة وعصواً إذا كثرت صخورها، وإذا كانت بعيدة من الجبال الندية فهي يابسة لا يوجد ماءها إلا في فعر بعيد، والأرضون الجرد لا خير فيها، والأرض التي تشبه مدرها الحزف لا ماء فيها، والأرض التي على وجهها صخور ذاهية طولاً وعرضاً قليلة السمك كالفرش عليها فهي قليلة الماء، وإذا كانت كثرة الرمل والرضراض خشنة التراب كانت قليلة الماء، والأمكنة المظمتنة التي تقوى حر الشمس عليها هي قليلة الماء).

لقد فاق الكرجي بمعلوماته الشاملة عصره وتجاوز الزمان والمكان، لأن القوانين الطبيعية التي أوضحها في كتابه ذات مضمون كوني، ولم تصبح معروفة لمهندسي اليوم إلا عن طريق الغرب وعند زمن ليس بعيد، ولا بد أن الإشعاع العلمي الذي نشره الكرجي بمعرفته قد تجاوز فضاء العراق وإيران إلى أرجاء أخرى من العالم الإسلامي باللغة العربية وتردد صداها على سبيل المثال في كتاب أبي الريحان البيروني (المتوفى ٤٤٠هـ/١٠٤٩م) في كتابه (الآثار الباقية عن القرون الخالية) الذي طبق معلوماته

عن المياه الجوفية على أراضي الهند ولهذا مقام آخر سنسعى لتفصيله.

٨ - الأشكال :

بناء على الوصف الذي أورده الكرجي في كتاب (إنباط المياه الخفية) فقد عمدت إلى إعداد رسوم تخطيطية تصور أوضاع الماء في الأرض وتبين العبارات المتعددة التي أشار إليها الكرجي متكلماً عن أحوال الماء بالنسبة للحركة والسكون في الأرض. وقد استعملت الدلالات الحديثة في الرسم الهندسي، كذلك أضفت رسمين للخراف وللدولاب بشكلهما الحقيقي المعروف في الهندسة المائية.

• المراجع •

- (١) مجلة عام ١٩٣٣ XIV Rivista degli Studi Orientali
- (٢) سامي شلهوب محقق (الكافي في الحساب) نشر معهد التراث العلمي العربي جامعة حلب ١٩٨٦م
- (٣) المحرر لبادي (القاموس المحقق)
- (٤) ابن الأثير (الكتاب في هديده الحساب). القاهرة ١٣٥٧هـ
- (٥) ابن القفطي (تاريخ الحكماء). لا يربح ١٩٠٣
- (٦) History of Mathematics, D.E. Smith, Dover New York 1958
- (٧) عبد السلام زمراني (أرصة التاريخ الإسلامي)، ج ١، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب الكويت ١٩٨٦م ص ٤٦١
- (٨) أحمد السعيد سلطان تاريخ الدول الإسلامية وصحة الأسر الحاكمة، ج ١، دار المعارف مصر ١٩٦٩م
- (٩) ابن حنبلان (وجبات الأعيان) الطبعة الثانية مصر ١٣٦٠هـ - الجزء الثاني
- (١٠) سامي شلهوب محقق (الكافي في الحساب) نشر المراجع الموجودة فيه
- (١١) سامي شلهوب في مقدمة محقق (الكافي في الحساب). ص ١٦.